

## ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГИА ПО ХИМИИ

**Добротин Д.Ю.**

*Федеральный институт педагогических измерений, г. Москва*

Современная система контроля и оценки качества образовательных достижений обучающихся включает в себя различные компоненты. И если процедуры текущего и рубежного контроля изменились мало, то итоговая аттестация за прошедшие 20 лет наступившего столетия претерпела существенные изменения. Вместо традиционной системы экзамена по билетам, включавшим вопрос, предусматривающий проведение химического эксперимента, пришли контрольные измерительные материалы (КИМ), по которым проводится государственная итоговая аттестация (ГИА) за курс основной (ОГЭ) и старшей школы (ЕГЭ).

Следует заметить, что практическое задание в билетах предусматривало разнообразные виды эксперимента – проведение качественных реакций на ионы, опыты, подтверждающие химические свойства вещества, получение газов и др. Показательно, что практически каждый учащийся мог успешно провести любой из опытов, включенных в билеты. И это не удивительно, так как лабораторные и практические работы, предусмотренные образовательной программой по химии, проводились регулярно, а к оформлению их результатов предъявлялись достаточно высокие требования: цель работы, перечень оборудования и реактивов, «что делаю», «что наблюдаю», рисунок, выводы.

В настоящее время ситуация с экспериментом существенно изменилась. Это обусловлено рядом причин, основными из которых являются: 1) большой объём теоретического материала курса; 2) «нехватка» времени на проведение ученического эксперимента как ре-

зультат первой причины; 3) нарушение системы обеспечения реактивами образовательных организаций; 4) отсутствие в школе лаборантов; 5) увеличение количества учащихся с аллергическими реакциями на вещества; 6) внедрение ИКТ, благодаря которым реальный эксперимент заменяется виртуальным и др. Однако именно последняя причина является одним из главных факторов, объясняющих то обстоятельство, что многие учащиеся так и не приобретают опыт работы с реальными веществами, а следовательно, у них не происходит закрепление образа вещества за его химической формулой [3].

Более того, даже когда химический эксперимент проводится, его эффективность оставляет желать лучшего, так как из-за дефицита времени реализовать все этапы не может себе позволить практически ни один учитель: поставить цель эксперимента, назвать необходимое для его выполнения оборудование и реактивы, спланировать порядок проведения, описать исходные вещества, спрогнозировать ожидаемые в реакционной смеси изменения и результаты эксперимента, описать изменения, произошедшие с веществами, сформулировать выводы из эксперимента; необходимо также зарисовать прибор и составить уравнения реакций. При реализации такого сценария даже не очень сложный опыт займет много времени. Однако на начальном этапе изучения химии (в 8–9-х классах) именно такой подход позволяет достичь максимальной эффективности от проведения лабораторных и практических работ, а также сформировать у учащихся ответственное отношение к эксперименту. В противном случае для большинства учащихся опыты остаются лишь развлекательным действием – фокусом, сюрпризом, о содержании которого даже на следующем уроке остаются смутные воспоминания.

Следует заметить, что важнейшим фактором в способности учащихся использовать знания, сформированные в процессе выполнения химического эксперимента, является умение наблюдать и фиксировать результаты наблюдений. Именно эти умения лежат в основе выполнения ряда заданий ОГЭ и ЕГЭ по химии. Приведём соответствующие примеры.

Пример 1 (ОГЭ)

Признаком протекания химической реакции между оксидом меди и водородом является

- 1) появление запаха
- 2) изменение цвета
- 3) выпадение осадка
- 4) выделение газа

Ответ:

Пример 2 (ОГЭ)

Установите соответствие между двумя веществами и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества

ВЕЩЕСТВА

РЕАКТИВ

А)  $Na_2CO_3$  и  $Na_2SiO_3$

1)  $CuCl_2$

Б)  $K_2CO_3$  и  $Li_2CO_3$

2)  $HCl$

В)  $Na_2SO_4$  и  $NaOH$

3)  $MgO$

4)  $K_3PO_4$

Ответ:

А	Б	В

Пример 3 (ЕГЭ)

В одну из пробирок с осадком гидроксида алюминия добавили сильную кислоту X, а в другую – раствор вещества Y. В результате в каждой из пробирок наблюдали растворение осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступить в описанные реакции.

- 1) бромоводородная кислота
- 2) гидросульфид натрия
- 3) сероводородная кислота
- 4) гидроксид калия
- 5) гидрат аммиака

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

В каждом из приведенных примеров необходимым условием успешного выполнения заданий является учёт признаков протекания химических реакций, причём не только хорошо известных качественных реакций на ионы, но и реакций, признаки которых можно спрогнозировать, только имея практический опыт проведения названных или аналогичных реакций.

Очевидно, что уровень сложности заданий, включенных в ГИА для основной и старшей школы, существенно отличается. Прежде всего, это касается охвата веществ, о которых идёт речь в заданиях. Так, если в ОГЭ главным образом проверяются знания о наиболее характерных общих свойствах основных классов неорганических веществ, способах получения газов ( $O_2$ ,  $H_2$ ,  $CO_2$  и  $NH_3$ ) и качественных реакциях на определённые ионы, то в ЕГЭ для выполнения заданий от выпускников потребуются продемонстрировать умение проводить аналогии, обобщения и переносить имеющиеся знания в новые ситуации, например, в которых спрашивается о веществах, не встречавшихся в процессе экспериментальной деятельности на уроках.

Одним из существенных изменений в КИМ ОГЭ 2020 году стало безальтернативное включение в экзаменационный вариант заданий, предусматривающих проведение реального химического эксперимента, в отличие от предыдущих лет, когда в КИМ предлагались две модели.

Так, например, была возможность проводить экзамен по модели 1, в которую был включено задание с «мысленным экспериментом».

#### Пример 4 (ОГЭ)

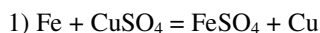
*Даны вещества:  $FeCl_3$ ,  $H_2SO_4$ (конц),  $Fe$ ,  $Cu$ ,  $NaOH$ ,  $CuSO_4$ .*

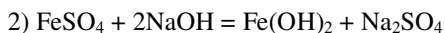
*Используя воду и необходимые вещества только из этого списка, получите в две стадии гидроксид железа(II).*

*Запишите уравнения проведённых химических реакций. Опишите признаки этих реакций. Для реакции ионного обмена напишите сокращённое ионное уравнение реакции.*

#### Вариант ответа:

Составлены два уравнения реакции:





Описаны признаки протекания реакций:

- 3) для первой реакции: выделение красного осадка металлической меди и/или изменение окраски раствора;
- 4) для второй реакции: выпадение серо-зелёного осадка.

Составлено сокращённое ионное уравнение второй реакции:



Как следует из условия задания, учащимся необходимо продумать последовательность реакций, которые приведут к получению заданного вещества, составить уравнения двух реакций и спрогнозировать признаки их протекания. В основе выполнения задания лежит знание химических свойств неорганических веществ и способов их получения, а также понимание существования генетической взаимосвязи между веществами. Ещё одним проверяемым элементом содержания является «Реакции ионного обмена».

Задание, включенное в модель 2, имело аналогичное содержание, но при этом предусматривало проведение двух запланированных реакций. За правильное проведение эксперимента учащиеся могли получить два балла: за отбор веществ из исходных склянок и за непосредственное проведение реакций.

На современном этапе даже эти два действия у ряда учащихся вызывают существенные затруднения. По этой причине вызывает большие сомнения возможность включения в ГИА опытов, предусматривающих осуществление более сложных, чем переливание и смешивание растворов, практических операций.

Включение в 2020 году КИМ ОГЭ заданий с реальным экспериментом не только актуализировало необходимость отработки экспериментальных умений учащихся, но и поставило ряд вопросов организационного плана: где взять реактивы для опытов, как утилизировать отработанные вещества, кто должен готовить реактивы и оборудование, если в школе нет лаборанта, а учителю за это не доплачивают и др. Вызывает некоторое недоумение постановка данных вопросов только после обязательного включения эксперимента в ГИА, так

как каждая программа по химии предусматривает выполнение демонстрационных опытов, практических работ, лабораторных работ и отдельных опытов. Не было секретом и то, что после завершения апробации модели 2 с реальным экспериментом он станет обязательным, что и произошло после окончательного перехода нормативной базы ОГЭ на ФГОС второго поколения. Однако за весь период действия модели 2 в её апробации приняли участие всего два региона, которые могут опираться на накопленный опыт проведения экспериментальной части экзамена. В 2020 году в неё включено задание, предусматривающее выбор двух веществ из пяти предложенных, и проведение с ними реакций, отражающих химические свойства указанного в условии задания вещества.

#### Пример 5

Дан раствор сульфата магния, а также набор следующих реактивов: цинк; соляная кислота; растворы гидроксида натрия, хлорида бария и нитрата калия.

*23. Используя только реактивы из приведённого перечня, запишите молекулярные уравнения двух реакций, которые характеризуют химические свойства сульфата магния, и укажите признаки их протекания.*

Ознакомьтесь с инструкцией по выполнению задания 24, прилагаемой к заданиям КИМ. Подготовьте лабораторное оборудование, необходимое для проведения эксперимента.

*24. Проведите химические реакции между сульфатом магния и выбранными веществами в соответствии с составленными уравнениями реакции, соблюдая правила техники безопасности, приведённые в инструкции к заданию. Проверьте, правильно ли указаны в ответе на задание 23 признаки протекания реакций. При необходимости дополните ответ или скорректируйте его.*

Приведём вариант ответа на задание 23.

Элементы ответа:

Составлены уравнения двух реакций, характеризующих химические свойства сульфата магния, и указаны признаки их протекания:

- 1)  $\text{MgSO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + \text{MgCl}_2$
- 2) выпадение белого осадка;
- 3)  $\text{MgSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- 4) выпадение белого осадка

Критерии оценивания к заданию 24 предусматривают оценивание правильности выполнения химического эксперимента, в частности соблюдение требований инструкции, которая приведена в каждом экзаменационном варианте:

Химический эксперимент выполнен в соответствии с инструкцией к заданию 24:

- отбор веществ проведён в соответствии с пунктами 3.1–3.5 инструкции;
- смешивание веществ выполнено в соответствии с пунктами 3.6–3.10 инструкции.

И если оценивание правильности записей решения задания 23 осуществляется, как и ранее, экспертами региональной экспертной комиссией уже после окончания экзамена, то оценивание выполнения эксперимента (задание 24) выполняют эксперты непосредственно в аудитории.

Как и всё новое, процедура оценивания выполнения эксперимента ставит некоторые вопросы, связанные с точностью фиксации недочетов и объективностью самого оценивания. Сохраняются вопросы и по возможности подачи апелляции в случае несогласия с выставленными баллами. И если в рамках ОГЭ недополучение одного или двух баллов за задание 24 не является критичным, так как возможность получить 5 баллов за экзамен у девятиклассников сохраняется и в этом случае, то для выпускников 11 классов потеря каждого балла является судьбоносной, так как определяет возможность поступления/непоступления в вузы.

Актуальным является вопрос и о содержании самого задания для ЕГЭ. Очевидно, что оно должно предполагать проверку экспериментальных умений на более высоком уровне сложности, чем в 9 классе. Однако с точки зрения содержательного наполнения программ

10-х и 11-х классов практически и лабораторными работами возможностей для этого немного. Кроме того, если в рамках текущего контроля проведение разноуровневых работ является совершенно нормальной практикой, то применение на одной позиции экзаменационного варианта разнообразных (по виду деятельности, по числу действий, т.е. по уровню сложности) заданий является недопустимым, так как в этом случае нарушаются принципы стандартизации. Сложно реализуемым является также увеличение контролируемых, а следовательно, и оцениваемых в рамках ЕГЭ практических умений: во-первых, потому что для этого нужно включить использование более разнообразного (не только две-три пробирки) лабораторного оборудования; во-вторых, увеличить число действий, т.е. сделать эксперимент более многошаговым; а в-третьих, расширить разнообразие экспериментов, а оно ограничивается рамками требований ФГОС СОО. Да и сохранение двух баллов за экспериментальное задание в рамках ЕГЭ ставит вопрос о целесообразности включения такого задания.

Возникает много вопросов и по проведению эксперимента. Кроме уже ранее указанных и актуальных для ОГЭ, существуют и другие, обусловленные рядом факторов:

- безопасностью: существует вероятность нарушения (умышленного/не умышленного) экзаменуемым правил техники безопасности, что может нанести вред здоровью не только ему, но и окружающим;
- организационными: наличие достаточного количества экспертов, обеспечение всех школ оборудованием, которое будет использовано в рамках ЕГЭ; наличие камер видеонаблюдения, позволяющих зафиксировать минимальные нарушения правил выполнения эксперимента (на случай апелляции);
- медицинскими: существующие ограничения для ряда выпускников: аллергические реакции, отсутствие гарантии психического и физического здоровья экзаменуемых (например, вероятность обострения какой-либо хронической болезни);



- психологическими: напряжение из-за ответственности за результат, усталостью и неудовлетворенностью после выполнения письменной части варианта, раздражением из-за не получающегося опыта и из-за кажущейся недоброжелательности эксперта и т.п.

Хотелось бы также заметить, что поступление в вузы химического профиля практически никогда не предполагало проведение реального эксперимента, и это при том, что вступительные экзамены проводились в соответствующих институтах и университетах, имеющих более мощную материальную базу, чем школы.

Таким образом, включение в КИМ ЕГЭ задания, предусматривающего проведение реального химического эксперимента, не является целесообразным. По этой причине вопрос выбора варианта проверки сформированности у обучающихся экспериментальных умений остается открытым.

Значимость химического эксперимента в развитии мышления школьников не вызывает сомнений. Именно в этом, по мнению П.П. Лебедева, [5] состоит одна из особенностей умственной деятельности при изучении химии: *«... мысль изучающего этот предмет всё время должна связывать реально наблюдаемое явление с гипотетическими образами, которые несколько не напоминают этого наблюдаемого явления. Химия заставляет изучающего её жить и мыслить двойным рядом образов».*

Сложно переоценить роль эксперимента и с позиции деятельности учителя, так как в методике преподавания химии сложно найти более многофункциональный вид учебной деятельности. Как известно, к основным функциям химического эксперимента можно отнести: информативную, эвристическую, исследовательскую, корректирующую, обобщающую, критериальную, мировоззренческую [4], контролирующую [1], которые, по сути, охватывают практически все направления работы учителя.

Для понимания возможных вариантов включения заданий, направленных на проверку сформированности экспериментальных умений, важно вспомнить само определение понятия «эксперимент» (от

лат. *experimentum* – проба, опыт): метод познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются явления природы и общества. [6]

Указанные в приведенном определении «управляемые условия» можно создать с помощью компьютера. И при всех минусах, которые несут в себе компьютерные технологии в качестве альтернативы реальному эксперименту, целесообразность выбора именно этого пути для проверки сформированности экспериментальных умений в рамках ЕГЭ по химии нам видится наиболее оптимальной. Весомым аргументом в этом отношении является и высокая вероятность перевода всех КИМ в электронный формат. В качестве возможных вариантов могут быть рассмотрены задания, предусматривающие выбор необходимого лабораторного оборудования и конструирование прибора для получения указанного вещества. Другим вариантом может быть моделирование процесса распознавания пробирок с неизвестными веществами с использованием для этого веществ из предложенного перечня. Существенно большие возможности появляются и для реализации предметно-компетентного подхода, в соответствии с которым сформированная система химических знаний и умений «... анализируется, интерпретируется и контролируется <...> с позиций возможности объяснения и применения знаний в повседневной жизни и профессиональной деятельности» [2, с.103]. Это обусловлено тем, что ИКТ позволяют включать в задания как статические, так и динамические изображения процессов и явлений, происходящих в окружающем мире.

Таким образом, важная роль экспериментальных умений не вызывает никаких сомнений. Есть четкое понимание и значимости контроля их сформированности у учащихся. Однако сохраняются вопросы о формате контроля (компьютерный или реальный) и типологии заданий, которые можно было бы использовать в КИМ ЕГЭ по химии. Ответ на эти вопросы предстоит найти в ближайшее время, так как разработка перспективных моделей заданий ЕГЭ 2022 года уже началась.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Добротин Д.Ю.* Контролирующая функция школьного химического эксперимента // *Химия в школе.* 2017. № 3. – С. 47–45.
2. *Добротин Д.Ю.* Предметно-компетентностный подход к контрольно-оценочной деятельности в школьном химическом образовании // *Вестник Московского городского педагогического университета.* Серия: Естественные науки. 2017. № 2(26). – С. 100–105.
3. *Добротин Д.Ю., Каверина А.А., Молчанова Г.Н.* О проверке экспериментальных умений учащихся. *Химия в школе,* 2016, №1, – С. 8–15.
4. *Злотников Э.Г. Гаркунов В.П.* Функции химического эксперимента // «Первое сентября». 2007. № 24. – С. 18–25.
5. *Лебедев П.П.* Влияет ли методология науки (в частности химии) на метод её элементарного преподавания? // *Проблемы научной педагогики.* – Сб. 2. – М., 1929.
6. *Российский энциклопедический словарь: В 2 кн. – / Гл. ред.: А.М. Прохоров* – М.: Большая Российская энциклопедия, 2001. – Кн. 1: А-Н., Кн. 2: Н-Я. – 2015 с.